

酵素/グラフェン電極の電気化学特性の評価

Electrochemical Characteristics of Enzyme/Graphene Electrodes

青学大理工 °中川 典駿、黄 晋二

°Noritoshi Nakagawa, Shinji Koh

College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

E-mail: noritoc0802@ee.aoyama.ac.jp

酵素型バイオ燃料電池は、糖やアルコールなどの還元物質の酸化反応を利用し、酸化還元反応のギブズエネルギー変化を電気エネルギーに変換するデバイスである。出力電力の向上が課題であり、電極材料として比表面積が大きく高電気伝導性を持つグラフェンを使用することで、電流密度の大きい酵素電極の実現が期待できる。本研究ではグラフェンを用いた酵素バイオ燃料電池の開発に向けて、アノード電極における酵素の固定化と電気化学測定を行った。^[1]

CVD (chemical vapor deposition) 法により 1000°C、H₂ (20 sccm)、CH₄ (2 sccm) の条件で Cu 上にグラフェンを成膜させ、PMMA (polymethyl methacrylate) を用いた転写技法により、電気化学的に不活性な SiO₂/Si 基板にグラフェンを転写した。ラマン分光測定により転写したグラフェンが単層であることを確認した。アノード電極触媒酵素としてグルコースオキシダーゼ (GOx : glucose oxidase) を使用し、GOx を溶解したリン酸緩衝液中に転写したグラフェンを 12 時間浸漬させた。乾燥させた後、GOx の脱離を防止する目的で GOx/グラフェン表面をセルロースチューブで被覆した。電気化学測定にはサイクリックボルタンメトリー (CV : cyclic voltammetry) を用い、走査速度を 10 mV/s に設定し 0.1 M のリン酸緩衝液 (pH = 7.0) 中で測定を行った。

図 1 (a) に GOx を物理吸着させた電極表面、(b) に転写したグラフェン表面の SEM (scanning electron microscope) 像を示す。図 1 よりグラフェン表面に GOx が吸着していることが確認できる。GOx はグルコースを基質とし酸化反応を触媒する酵素であり、グルコース添加前後での反応を観察した。図 2 のサイクリックボルタモグラムより、グルコースを添加後 0.24 V 付近に酸化ピークを示した。以上、本研究では酵素とグラフェンのみから成る直接電子移動型の電極反応を観測することに成功した。

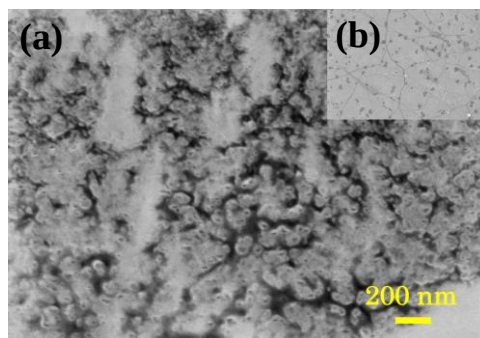


図 1 GOx/グラフェン電極の SEM 像

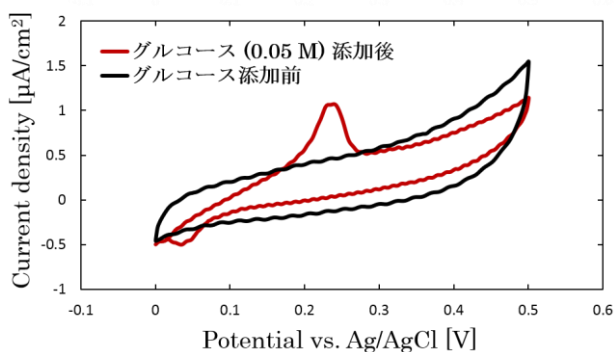


図 2 GOx/グラフェン電極の CV

[1] Abdelkader Zebda, et al., Nature communications. 2, 370 (2011)